中華農業氣象 (Chinese J. Agromet.) 9 : 37 - 48, 2002

研究報告(Original Paper)

氣象因子對台南白玉米族群農藝性狀之季節性變異的影響評估

張聖顯[1] 呂秀英[2] 陳 成[3]

1 行政院農業委員會花蓮區農業改良場蘭陽分場

2 行政院農業委員會農業試驗所農藝組

3 國立臺灣大學農藝學系

摘 要

台南白玉米族群是在台灣栽培超過 90 年以上的地方品種。本研究目的在探討台南白玉米族群 15 個農藝性狀在 5 個不同年份季節栽培下的變異性，並進而評估各種氣象因子對其農藝性狀的影響程度。根據變方分析及多重比較，季節間之差異僅穗徑未達顯著，其他 14 個性狀則明顯受氣候環境不同而異，其中果穗性狀表現最穩定，子實性狀次之，植株性狀之變異最大。台南白玉米族群於低溫且潮濕之冬季逆境下的雄穗開花期和雌花吐絲期所受影響最鉅，均延後約 60 - 70 天，但與產量相關之穗重及子實重仍維持有近於所有季節總平均之表現。經由逐步迴歸分析結果，氣象因子對台南白玉米族群之植株性狀的迴歸模式解釋能力較高，其中以平均溫度及平均降水量之影響較大，且均不受有效積溫之顯著影響；生育後期性狀如果穗及子實性狀之迴歸模式解釋能力較低，但多少受到降水量負向影響，果穗性狀均未受到平均之溫度、日照時數及日射量之影響，子實性狀均未受到溫度及日照時數之影響。

關鍵詞：台南白、玉米、季節變異性、氣象因子、變異係數、逐步迴歸。

Effects of Meteorological Factors on Seasonal Variation of Agronomic Characters in Tainan-White Maize Population

Sheng-Hsien Chang[1], Hsiu-Ying Lu[2] and Cheng Chen[3] ([1.] Lanyang Branch Station, Hualien District Agricultural Improvement Station; [2.] Dvision of Agronomy, Taiwan Agricultural Research Institute; [3.] Department of Agronomy, National Taiwan University)

ABSTRACT : Tainan-white (TNW) is a native maize population which has been cultivared for over 80 years in Taiwan. The objective of this study is to investiage the seasonal variation of 15 agronomic characters in TNW population planted under different 5 crop seasons, and further evulate the influences of meteorological factors on the agronomic characters. From the analysis of variance and multiple comparisons, all the agronomic characters of TNW population , except ear diameter, showed significant variation among crop seasons. The ear characters were most stable, and the kernel characters were the next. The plant characters had much variation among different crop seasons. For winter crop, the days to tasseling and days to

本研究承行政院農委會計畫(84科技-2.1-糧-27-2(1), 85科技-1.3-糧-35-8-(1), 86科技-1.3-糧-10-2-(1))經費支持，以及農業試驗所提供台南白族群材料，試驗得以順利完成，特致謝忱。

silking were delayed about 60~70 days by stress environment with lower temperature and higher precipitation, but the ear weight and kernel weight still closed to those averaged across crop seasons. From the stepwise regression analysis, the plant characters of TNW maize population were seriously affected by mean temperature and mean precipitation. And there was no significant influence by growing degree days. The ear and kernel characters were negatively affected by precipitation more or less. The influences of mean temperature, sunshine hours and solar radiation on ear characters, as well as the influences of temperature and sunshine hours on kernel characters were not significant.

Key words : Tainan-white, Maize, Seasonal variation, Meteorological factors, Coefficient of variance, Stepwise regression.

前　言

玉米 (*Zea mays* L.) 爲天然異交作物，食用玉米台南白品種在台灣栽培已有 80 年以上的歷史，爲本省栽培甚久之地方品種，適合全省各區及周年的栽培，適應性廣，可口性佳，爲具糯性種質之天然授粉 (open-pollinated) 族群，其生育及產量表現頗獲農民之青睞，也是相當好的育種材料。陳及連 (1989) 針對玉米種質與環境交感效應之研究，指出台南白玉米族群之株高和穗重的穩定性甚高，而此係因爲台南白族群各農藝性狀在各個族群內存在極大的遺傳變異 (謝及曾, 1998)。黃等 (1990b) 指出不同地區之台南白族群的農藝性狀平均值已有顯著差異，認爲不同地區之族群間已有分化形成。而不同的栽培環境 (地區、季節、氮肥施用量、栽培密度) 也顯示對台南白玉米的產量和農藝性狀之表現有明顯差異 (楊及黃, 1991)。張等 (1994) 分析七個不同地區的台南族群種子中的貯藏性蛋白質 (zein) 含量，顯示 zein 分子之各性狀在各地區族群內及族群間仍呈現相當之變異性。另謝及曾 (1998) 亦指出，歷經台灣各地農業生態型環境的淘汰，不同地區的台南白族群間存在極大的變異性，同時已有分化產生，影響其分化的主要分子可能爲溫度梯度 (北低至南高) 所造成，因高溫有利於總葉片數、葉面積及株高均較大的表現 (Hesketh et al., 1969; Warrington and Kanemasu, 1983)。謝等 (1999) 分析台南白族群在台中不同期作的表現，顯示栽培期作環境的不同會影響其分蘖數的產生。而其雄花抽穗期及雌花吐絲期所需日數，視栽培環境溫度高低而定 (黃等, 1990a; 張, 1994)。台南白之基因型與期作有交感作用 (謝及曾, 1999)。

由前人研究結果中可以瞭解，由於台南白玉米族群是一天然授粉族群，族群內個體之遺傳組成複雜，遺傳歧異性較大，蘊藏眾多適應不同環境天候之種質，族群可因應環境氣象條件之變動而自我調整，故台南白玉米族群擁有較佳之族群緩衝能力，對環境氣象條件變動之適應性亦佳，造就其產量穩定之特質。既知台南白玉米族群受環境氣象因子之影響甚鉅，故有必要釐清影響各農藝性狀表現之氣象因子種類及影響程度，可使吾人對族群變異性有更徹底且全面性的瞭解，將有助於日後對玉米族群育種工作之規劃與推行。

本研究目的即探討台南白玉米族群在不同季節栽培下的變異特性，並進而評估各種氣象因子對其農藝性狀的影響程度。

材料與方法

一、材料與試驗設計

台南白 (Tainan-white, TNW) 玉米族群分別於不同年份之 5 個季節：1995 春 (4 月

8日)、1995秋(8月6日)、1995冬(12月8日)、1996春(3月30日)及1996秋(8月26日)，栽培於台北之國立台灣大學農業試驗場田間，每季四個區集，採逢機完全區集設計(RCBD)。

二、栽培管理

採育苗移植方式，行株距80公分×20公分，每穴一株，每區集種50株。全生育期施用肥料量，依有效態氮(N)：磷(P_2O_5)：鉀(K_2O) = 140 : 30 : 70公斤／公頃施用，其中磷、鉀肥的全量與氮肥之1 / 3氮肥於移植前當基肥施用，另1 / 3氮肥於移植後二週作第一次追肥施用，其餘1 / 3氮肥於移植後四週作第二次追肥施用。田間管理依一般玉米栽培方式，適時進行中耕除草、灌溉、排水及病蟲害防治等工作。收獲則以苞葉黃化、子實堅硬以指甲扣壓而不陷且無乳汁擠出爲準。去除苞葉後，置於30℃烘箱中，烘乾六天。

三、性狀調查

在生育期間及果穗採收烘乾後，調查所有植株的6個植株性狀(雄穗開花日數、雌穗吐絲日數、株高、穗位高、莖徑、葉數)、5個果穗性狀(穗長、穗徑、軸徑、穗重、每穗行數)以及4個子實性狀(子實長度、子實重、百粒重、子實容積重)，共15個性狀，說明如下：

(1) 雄穗開花日數(days to tasseling, TS)：自播種至雄穗開花之日數，以天(day)爲單位。

(2) 雌穗吐絲日數(days to silking, SK)：自播種至雌穗絲狀柱頭吐出成小團棉絮狀之日數，以天(day)爲單位。

(3) 株高(plant height, PH)：自地表至雄穗穗頸節之高度，單位是公分(cm)。

(4) 穗位高(ear height, EH)：自地表至第一雌穗(主穗)著生節位之高度，單位是公分(cm)。

(5) 莖徑(stalk diameter, SD)：第一雌穗之下方節位莖桿之直徑，單位是公厘(mm)。

(6) 葉數(leaf number, LN)：開花期植株上之綠色葉片數，以片(No.)爲單位。

(7) 穗長(ear length, EL)：去除苞葉之果穗，自基部至尾端的長度，單位是公分(cm)。

(8) 穗徑(ear diameter，ED)：去除苞葉之果穗中段直徑，單位是公厘(mm)。

(9) 軸徑(cob diameter，CD)：果穗脫粒後之穗軸中段直徑，單位是公厘(mm)。

(10) 穗重(ear weight, EW)：去除苞葉果穗，烘乾後未脫粒之整穗重量，以公克(g)爲單位。

(11) 每穗行數(row number per ear, ERN)：果穗上之全部行數，以行(No.)爲單位。

(12) 子實長度(kernel length, KL)：量取子實長度，單位是公厘(mm)。

(13) 子實重(kernel weight, KW)：果穗脫粒並去除雜物後，秤取全部子實之重量，以公克(g)爲單位。

(14) 百粒重(100-kernel weight, 100KW)：每穗之子實逢機秤取100粒之重量，以公克(g)爲單位。

(15) 子實容積重(volume weight of kernel, KVW)：即子實密度，可代表子實之充實程度，以公克／毫升(g/ml)爲單位。

四、氣象因子蒐集

由中央氣象局所提供之每日氣象資料，蒐集整理試驗期間之9個氣象因子如下：

(1) 平均溫度(mean temperature, MT)：自播種至開花期及收穫期的每日平均溫度(℃)。

(2) 溫差(temperatural difference, DT)：自播種至開花期及收穫期的每日溫差(T_{max}-T_{min}，℃)。

(3) 有效積溫(或稱生長積溫、生育度數，growing degree days, GDD)：GDD= Σ

{〔$(T_{max}+T_{min})/2$〕-10℃}，式中 T_{max}, T_{min} 各為最高及最低溫度，10℃為玉米基礎溫度 (Gilmore and Rogers, 1958; Cross and Zuker, 1972)；若每日 $T_{max}>30$℃ 則 $T_{max}=30$℃，若每日 $T_{min}<10$℃ 則 $T_{min}=10$℃。本研究計算自播種至開花期及收穫期的有效積溫。

(4) 平均降水量 (mean precipitation, MP)：自播種至開花期及收穫期的每日平均降水量(公厘，mm)。

(5) 累積降水量 (cumulative precipitation, CP)：自播種至開花期及收穫期所累計的降水量(公厘，mm)。

(6) 平均日照時數 (mean sunshine hours, MS)：自播種至開花期及收穫期的每日平均日照時數(小時，hrs)。

(7) 累積日照時數 (cumulative sunshine hours, CS)：自播種至開花期及收穫期所累計的日照時數(小時，hrs)。

(8) 平均日射量 (mean solar radiation, MR)：自播種至開花期及收穫期的每日平均日射量 (MJ/m^2)。

(9) 累積日射量(cumulative solar radiation, CR)：自播種至開花期及收穫期所累計的日射量(MJ/m^2)。

五、統計分析

(1) 兩年共五季的各農藝性狀資料先進行變方分析 (analysis of variance, ANOVA) 後，以最小顯著差異測驗法 (least significant difference test, LSD) 比較台南白玉米族群各性狀在各季節栽培下的表現差異。

(2) 估算各性狀在不同季節間及同一季節族群內的變異係數 (coefficient of variation, CV)，以瞭解族群對季節的相對穩定性或調節能力。

(3) 利用逐步迴歸選擇程序 (stepwise regression selection procedures) 探討氣象因子對農藝性狀的影響程度。逐步迴歸法已是現今被廣泛接受的一種檢定變數的有效程序，在此程序中與依變數相關性高的獨立變數將自動依序被放入迴歸模式之中，而最終獲致一個最佳的複迴歸方程式 (mutiple regression equation) (Draper & Smith, 1981; 林, 1988; Neter et al., 1996)。所獲迴歸式中的標準化淨迴歸係數 (standarized regression coefficients) 可用來決定性狀間的相對加權比重，即當獨立變數的標準化淨迴歸係數值愈大，表示其對依變數的影響愈大。因此在本研究中獲得標準化淨迴歸係數值愈大的氣象因子，顯示其對該農藝性狀的影響也愈大。

上述各項統計分析工作，均依據 SAS 統計分析軟體 (SAS, 1989) 於個人電腦建檔及運算。

結果與討論

台南白玉米族群栽培於不同年份之 5 個季節的 15 個農藝性狀 (6 個植株性狀、5 個果穗性狀及 4 個子實性狀) 的變方分析結果列於表 1，各農藝性狀於不同區集之表現均無顯著差異，而於各季節間之表現僅穗徑 (ED) 無顯著差異，顯示其有較高之穩定性，其餘 14 個性狀之表現均達顯著或極顯著差異之水準。各農藝性狀於不同栽培季節下的平均值比較列於表 2，6 個植株性狀中，雄穗開花日數 (TS) 與雌穗吐絲日數 (SK) 之表現完全相同，均為 1995 冬季最晚，其次依序為 1996 春季、1996 秋季、1995 春季，以 1995 秋季最早開花及吐絲；株高 (PH)、穗位高 (EH)、莖徑 (SD) 等 3 個植株性狀之表現趨勢相同，均為 1996 春季最高大，其次依序為 1995 秋季、1995 春季、1996 秋季，以 1995 冬季最矮小；葉數 (LN) 以秋季最多，春季次之，冬季最少；表 2 同時列有五個季節間的總變異係數 (CV)，株高、葉數及莖徑為 6 個植株性狀

Table 1. Mean squares from ANOVA for agronomic characters in TNW maize population planted under different crop seasons

Source	DF	Plant character					
		Days to tasseling	Days to silking	Plant height	Ear height	Stalk diameter	Leaf number
Block	3	2	6	20	91	0.6	0.1
Season	4	3078**	3200**	2468**	1733**	14.2**	5.5**
Error	12	4	6	57	43	0.4	0.4

Source	DF	Ear character				
		Ear length	Ear diameter	Cob diameter	Ear weight	Row number per ear
Block	3	0.4	1.7	0.9	14	0.1
Season	4	4.7**	4.7	3.1**	513*	0.2*
Error	12	0.7	1.9	0.4	96	0.1

Source	DF	Kernel character			
		Kernel length	Kernel weight	100-kernel weight	Volume weight of kernel
Block	3	0.7	13	2	0.003
Season	4	2.4**	481**	55**	0.067**
Error	12	0.3	73	8	0.002

*,** : Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

中 CV 較小者，顯示在氣候環境變化下表現較穩定，雄穗開花日數及雌穗吐絲日數則受到氣候變化之影響最明顯。5 個果穗性狀中，每穗行數 (ERN) 及穗徑 (ED) 之 CV 最小，是所有農藝性狀中最不受氣候環境左右之性狀，軸徑 (CD) 之 CV 次之，此 3 個性狀在不同季節間平均值之表現差異均甚微小；穗長 (EL) 之 CV 亦不大，其平均值之表現以春季發育最長，秋季次之，冬季最短；因穗重 (EW) 爲前述 4 個果穗性狀與子實大小、充實程度的綜合表現，故果穗性狀中以穗重在不同年份季節間之變異最大，於冬季表現最差。4 個子實性狀中，子實重 (KW) 爲栽培生產的主要目的之一，受到其他 3 個子實性狀及植株生育狀況之共同影響，故子實重較其他子實性狀在不同年份季節間之變異稍大，但無一定之規則可尋。整體而言，果穗性狀在氣候環境變化下的表現最穩定，其次爲子實性狀，而植株性狀之表現代表玉米之營養生長勢的強弱，玉米爲 C4 型植物對溫度、日照及水分的需求非常強烈，季節間之氣候條件若發生明顯變化則將造成顯著的影響。以台北之氣候條件而言，冬季寒流加上陰雨綿綿所構成的溼冷天氣，使得降水量超過需求，而且氣溫及日照時數均低，對玉米之生育條件而言可謂是逆境，本研究之 1995 冬季及 1996 春季即屬於這種低溫潮濕的逆境環境 (表 3)。以 1995 冬季爲例，對於雄穗開花期和雌花吐絲期均延後約 60 - 70 天之影響最鉅，收穫期亦隨之大幅度拖延，其他諸多性狀如株高、穗位高、莖徑、葉數、穗長及子實容積重均表現較差，縱然與產量相關之穗重及子實重也低於同年的春、秋季，但其與 5 季總平均比較，仍維持著相當的水準，台南白玉米族群此種表現正符合農業生產上所需之適應性及穩定性 (戴，1972)，也因此其能在台灣地區未經育種及推廣而得以歷經長久之栽培而不墜。

Table 2. Multiple comparisons of agronomic characters among five crop seasons in TNW maize population

Season	Plant character					
	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Stalk diameter (mm)	Leaf number (No.)
1995 Spring	67.9 c[(1)]	71.1 c	171.5 b	79.3 b	15.3 bc	8.9 b
1996 Spring	72.1 b	75.3 b	189.6 a	105.8 a	17.8 a	8.7 bc
1995 Fall	58.0 d	61.6 d	169.4 b	86.9 b	15.6 b	10.6 a
1996 Fall	69.0 bc	72.3 bc	144.2 c	59.9 c	14.5 c	10.6 a
1995 Winter	127.7 a	132.4 a	127.1 d	54.8 c	12.6 d	8.0 c
LSD0.05	3.2	3.8	11.7	10.1	1.0	0.9
Mean[(2)]	78.9	82.5	160.4	77.4	15.2	9.3
CV(%)[(2)]	35.2	34.3	15.4	26.8	12.3	12.5

Season	Ear character				
	Ear length (cm)	Ear diameter (mm)	Cob diameter (mm)	Ear weight (g)	Row number per ear (No.)
1995 Spring	14.9 a	36.4 a	17.5 c	96.4 a	8.4 ab
1996 Spring	14.1 ab	34.4 b	19.6 a	72.4 c	8.7 a
1995 Fall	13.6 b	36.3 ab	18.8 ab	89.4 ab	8.5 a
1996 Fall	13.2 bc	34.8 ab	18.2 bc	76.3 bc	8.1 b
1995 Winter	12.0 c	36.5 a	19.5 a	72.1 c	8.5 a
LSD0.05	1.3	2.1	0.9	15.1	0.4
Mean	13.5	35.7	18.7	81.3	8.4
CV(%)	8.1	2.8	4.8	13.5	2.7

Season	Kernel character			
	Kernel length (mm)	Kernel weight (g)	100-kernel weight (g)	Volume weight of kernel (g/ml)
1995 Spring	9.5 a	81.8 a	34.3 b	1.19 a
1996 Spring	7.4 c	57.2 c	33.6 b	0.93 c
1995 Fall	8.9 ab	77.1 ab	40.6 a	1.04 b
1996 Fall	8.3 b	65.3 bc	31.2 b	1.21 a
1995 Winter	8.5 b	61.0 c	33.7 b	0.97 c
LSD0.05	0.9	13.2	4.4	0.07
Mean	8.5	68.5	34.7	1.07
CV(%)	8.9	15.4	10.2	11.9

(1) Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.
(2) Mean values and coefficient of variance across all crop seasons.

台南白玉米族群之各農藝性狀在各氣候環境下之族群內的變異性表現，以CV進行評估，結果列於表4。由前人研究已指出，台南白族群各農藝性狀在各個族群內存在極大的遺傳變異(謝及曾, 1998)，而且各性狀間的遺傳變異程度仍具差異，如表4可知6個植株性狀中，以穗位高之CV最大，莖徑及葉數次之，表示此三個性狀於族群中仍維持較大之變異，且存在有明顯的遺傳及環境交感效應，其他依序爲株高、雌穗吐絲日數、雄穗開花日數，表示該等性狀於族群內擁有之遺傳變異較少。5

Table 3. Meteorological factors[1] data collected in Taipei city for different crop seasons during experimental period

Season	MT (℃)	DT (℃)	GDD (℃)	MP (mm)	CP (mm)	MS (hrs)	CS (hrs)	MR (MJ/m^2)	CR (MJ/m^2)
	Duration of planting to tasseling								
1995 Spring	24.7	7.1	1006	4.2	287	3.4	228	9.9	671
1996 Spring	22.3	6.4	892	8.2	588	3.4	245	10.4	749
1995 Fall	28.2	7.2	1003	5.9	339	6.2	357	13.3	771
1996 Fall	26.1	6.1	1107	6.3	436	5.4	377	11.9	826
1995 Winter	16.5	5.7	856	3.3	423	2.6	329	6.7	857
	Duration of planting to harvest								
Season	MT (℃)	DT (℃)	GDD (℃)	MP (mm)	CP (mm)	MS (hrs)	CS (hrs)	MR (MJ/m^2)	CR (MJ/m^2)
1995 Spring	26.0	7.6	1535	4.8	473	3.9	381	10.6	1037
1996 Spring	24.3	7.0	1423	7.6	780	4.3	442	11.5	1177
1995 Fall	26.9	6.2	1441	4.1	362	5.3	469	11.8	1041
1996 Fall	24.6	5.6	1443	5.0	499	4.5	448	10.3	1018
1995 Winter	18.1	5.9	1428	4.5	778	2.9	508	8.0	1372

(1) MT: mean temperature, DT: temperatural difference, GDD: growing degree days, MP: mean precipitation, CP: cumulative precipitation, MS: mean sunshine hours, CS: cumulative sunshine hours, MR: mean solar radiation, CR: cumulative solar radiation.

個果穗性狀中，穗重之遺傳變異較大，其次爲穗長，其他依序爲軸徑、每穗行數及穗徑則遺傳變異較少。4 個子實性狀中以子實重之 CV 最大，其他依序爲百粒重及子實長，而以子實容積重最小。

一般而言，生物具有兩類穩定性機構，一爲藉族群所含的遺傳變異力，對所處環境作遺傳組成上的適當調整而達成，即族群緩衝能力 (populational homeostasis)，另一是藉個體本身的基因型所具對生長發育的調整力 (developmental homeostasis) 而達成，爲個體緩衝能力或基因型穩定性 (戴，1972)。性狀在同一季節之族群內的 CV 值大，表示該性狀在族群內維持著較大之遺傳變異，倘依據育種目標進行選種，對族群之增進效果較顯著；性狀在不同季節間的 CV 值大，表示對環境之適應能力或緩衝能力較差，亦即穩定性較差。綜合上述結果發現，穗位高於同一季節族群內及季節間的 CV 均甚大，表示該性狀極不穩定，對多變之環境的族群緩衝能力也較差；雄穗開花日數及雌穗吐絲日數於季節內之 CV 小，亦是所有性狀中最小者，但季節間之 CV 甚大，而且是所有性狀中最大者，表示此 2 個性狀在族群內的遺傳變異較小，族群緩衝力能力較差，且對環境之變化甚爲敏感；穗長於季節內之 CV 大，但季節間之 CV 比較小，表示此性狀有較大之族群緩衝能力，致使在不同栽培季節下表現很穩定；穗徑、軸徑及每穗行數於季節內之 CV 較小，且季節間之 CV 更小，則表示該性狀爲基因型比較穩定的性狀，遺傳與環境之交感作用較小。

在不同年份、期作下台南白玉米族群

Table 4. Estimated values of coefficient of variation (CV), or each agronomic characters in TNW maize population planted under different crop seasons

Plant character	Days to tasseling	Days to silking	Plant height	Ear height	Stalk diameter	Leaf number
Season						
1995 Spring	4.44	6.89	15.25	25.36	16.06	18.45
1996 Spring	4.29	5.21	13.51	21.87	13.05	29.58
1995 Fall	5.95	7.95	13.70	22.87	16.43	14.03
1996 Fall	8.78	9.85	13.50	29.49	17.92	17.47
1995 Winter	5.67	5.79	15.57	30.59	20.23	20.20
Ear character	**Ear l ength**	**Ear diameter**	**Cob diameter**	**Ear weight**	**Row number per ear**	
Season						
1995 Spring	18.04	7.95	12.44	32.78	11.98	
1996 Spring	18.02	9.07	11.79	39.37	12.77	
1995 Fall	22.91	11.58	13.17	38.10	11.31	
1996 Fall	24.32	14.76	12.25	35.62	11.85	
1995 Winter	24.34	8.53	12.60	42.26	11.44	
Kernel character	**Kernel length**	**Kernel weight**	**100-kernel weight**	**Volume weight of kernel**		
Season						
1995 Spring	10.74	34.18	18.08	4.92		
1996 Spring	20.17	45.93	12.09	11.69		
1995 Fall	15.42	39.51	17.93	9.96		
1996 Fall	23.86	37.87	22.22	7.61		
1995 Winter	14.30	41.95	21.39	12.07		

*, **: significant at 5 and 1% level, respectively.

各農藝性狀對氣象因子進行逐步迴歸分析的結果詳如表 5。以平均溫度 (MT)、溫差 (DT)、有效積溫 (GDD)、平均降水量 (MP) 累積降水量 (CP)、平均日照時數 (MS)、累積日照時數 (DS)、平均日射量 (MR) 及累積日射量 (CR) 等 9 個環境氣象因子為自變數，各農藝性狀為依變數進行分析。6 個植株性狀中，雄穗開花日數及雌穗吐絲日數對平均溫度、平均降水量及累積日照時數皆呈現顯著之複迴歸關係，模式的解釋能力均高達 99% 以上 (即決定係數 R^2 在 0.99 以上)；株高及莖徑皆主要受到平均降水量及累積日射量的共同影響，其迴歸式的解釋能力均約達到 82%；穗位高主要同時受到溫差、平均降水量及累積降水量之綜合影響，3 個氣象因子納入迴歸式的模式解釋能力為 88%；葉數則受到平均日照時數之影響，其迴歸式的解釋能力為 80%；至於有效積溫及平均日射量，對 6 個植株性狀均無顯著之影響。5 個果穗性狀中，除每穗行數未發現與任何氣象因子存在顯著關係 (故未列入表中) 以外，穗長、穗徑、軸徑及穗重之可能影響氣象因子均不一致，但迴歸式之 R^2 均不高，僅在 0.23 - 0.59 之間。4 個子實性狀中，子實長由平均降水量及累積日射量綜合影響之變異解釋能力達 59%；而子實重及百粒重可能受到累積降水量之影響，其迴歸式的解釋能力各為 46% 及 21%；子實容積重則同時受到平均日射量及累積日射量之共同影響，其迴歸

Table 5. Stepwise regression analysis of agronomic characters (1) on meteorological factors(2) in TNW maize population

Character	Inter-cept	Partial regression coefficient									Total R^2
		MT (℃)	DT (℃)	GDD (℃)	MP (mm)	CP (mm)	MS (hrs)	CS (hrs)	MR (MJ/m^2)	CR (MJ/m^2)	
Plant character											
TS	195.3	-5.62**			-2.98**			0.106**			0.999
DS	200.2	-5.72**			-3.06**			0.111**			0.997
PH	285.6				7.57**					-0.216**	0.820
EH	-322.2		48.10**		-6.37*	0.296**					0.883
SD	19.6				0.78**					-0.011**	0.824
LN	6.2						0.75**				0.798
Ear character											
EL	23.2							-0.021**			0.570
ED	38.7				-0.58*						0.226
CD	32.4			-0.01**						0.003*	0.594
EW	60.4		7.39*			-0.047**					0.565
Kernel character											
KL	15.6				-0.48**					-0.010**	0.584
KW	95.5					-0.047**					0.463
100KW	40.7					-0.011*					0.213
KVW	3.3								-0.08**	-0.001**	0.851

(1) TS: days to tasseling, SK:days to silking, PH:plant height, EH:ear height, SD:stalk diameter, LN:leaf number, EL:ear length, ED:ear diameter, CD:cob diameter, EW:ear weight, KL:kernel length, KW:kernel weight, 100KW: 100-kernel weight, KVW:volume weight of kernel.

(2) MT: mean temperature, DT: temperatural difference, GDD: growing degree days, MP: mean precipitation, CP: cumulative precipitation, MS: mean sunshine hours, CS: cumulative sunshine hours, MR: mean solar radiation, CR: cumulative solar radiation.

*,**: Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

式之解釋能力爲 85%。果穗及子實性狀配合迴歸模式的解釋能力皆不高，在在顯示出台南白玉米族群之生殖性狀對氣候環境變化的變異性較營養期植株性狀爲小。

在具有較高解釋能力的迴歸模式下，檢視其淨迴歸係數値的正負表現。因此從表 5 可知，平均溫度、平均降水量及累積日照時數對雄穗開花日數及雌穗吐絲日數之影響趨勢相似，故倘生育前期的平均溫度及平均降水量較高，日照較少，植株就較早開花及吐絲。株高及莖徑主要依次受到平均降水量及累積日射量之共同影響，倘生育前期的平均降水量較高、累積日射量較少，植株就會較高且莖徑變粗。倘生育前期的溫差較大、平均降水量減少及累積降水量增加，則穗位會較高，而其中以溫差及累積降水量之影響最大。葉數主要受到平均日照時數之影響，倘生育前期爲多日照，則植株上的綠葉數就愈多。至於其他果穗及子實性狀，由於迴歸式的 R^2 均不高，顯示其對氣候環境變化的表現較穩定，但大致從迴歸係數之顯著存在，可以瞭解累積日照時數對穗長、平均降水量對穗徑、有效積溫及累積日射量對軸徑、溫差及累積降水量對穗重多少仍有些影響。子實長多少受到平均降水量及累積日射量之負向影響；子實重及百粒重主要可能受

到累積降水量之負向影響，以1995冬季及1996春季爲例，其自播種至收穫期的累積降水量均高達780 mm (表3)，故致使台南白族群的子實性狀及穗重在5季中表現最低(表2)。而有效積溫較高可能多少有較小的軸徑，如1995春季自播種至收穫期間的有效積溫高於其他栽培季節(表3)，故該季台南白族群的軸徑亦多少異於其他季節所得者(表2)。平均日射量及累積日射量較低(表3)則有較重之子實容積重(表2)。

綜合上述結果，台南白玉米族群植株性狀之雄穗開花日數及雌穗吐絲日數均明顯受到平均溫度的負向影響，而果穗及子實性狀均未受平均溫度影響，此與前人指出玉米的營養生長期較其生殖期(吐絲至生理成熟)之變異爲大(Derieux and Bonhomme, 1982a, b)且營養生長性狀容易受溫度變化影響(Cross and Zuber, 1972; Baron et al., 1975; Hodges, 1991; Bonhomme et al., 1994)的看法相當一致。由於台灣處於高溫多溼的亞熱帶氣候環境，尤其是北部，因此平均降水量較大，植株會較高且莖徑變粗，但穗位會較低且穗徑會較小，但栽種期間過多的累積降水量對台南白的穗重、子實重及百粒重等產量相關性狀多少都有不利的影響。在台灣北部，日照也是另一個影響台南白族群的重要氣象因子，尤其影響著台南白族群的開花性狀，除此，累積日照時數太高，會使台南白的果穗長度變短。台南白族群的葉數主要受平均日照時數之影響，平均日照時數較長則有較多之葉數生成，此係因綠色葉片是光合作用之主要場所(供源，source)，日照充足則供源愈大，對果穗(積儲，sink)之供給則愈充足，產量則相對提高(張及陳，1993)。此與Berbecel and Eftimescu (1972)發現溫度是控制玉米葉片生成速率之最主要影響因子且濕度逆境極少對葉數造成影響的結論有部分差異，而謝及曾(1998)亦認爲高溫有利於台南白族群之總葉片數之增加；在本研究之逐步迴歸分析中，倘若未加入平均日照時數，則可發現平均溫度亦是影響葉數之主要氣象因子之一，但是在加入平均日照時數後，經過逐步迴歸選擇程序之自動篩選，平均溫度會被剔除不計，可見該兩種氣象變數間存在高度共線性正相關，但平均日照時數對葉數之正向影響力更勝於平均溫度。過去國外研究指出，玉米的營養生長期較不容易受到有效積溫之影響(Major et al., 1983; Plett, 1992)，本研究也有同樣發現，台南白玉米族群的所有6個植株性狀均不受有效積溫及平均日射量之影響。黃等(1990a)發現有效積溫的變異小，故可用以準確地預測台南白的開花及吐絲，而由本研究也發現，除了1995年冬季及1996春季之逆境下的開花期以外，不同年份之季節間的有效積溫之變異甚小。果穗性狀均未受平均之溫度、日照時數及日射量之影響，子實性狀則均未受到溫度及日照時數之影響。

引用文獻

林清山。1988。多變項分析統計法。臺灣東華書局股份有限公司。台北。pp.232-244。

陳　成、連大進。1989。玉米種質與環境交感效應之研究。中央研究院植物研究所專刊第七號, pp.9-28。

張世融、盧虎生、黃懿秦、朱鈞。1994。不同地區台南白玉米貯藏性蛋白質(Zein)之含量與變異。中華農藝4:129-135。

張新吉。1994。本地白玉米「台南白」。農友通訊157:76-83。

張聖顯、陳成。1993。利用玉米轉作同源系不同結實率之單交雜種探討供源與積儲間相互之影響。中華農藝3:151-162。

黃懿秦、楊文煌、曾美倉、謝兆樞。1990a。不同環境下「台南白」玉米品種

開花及吐絲所需之天數、生長積溫及熱量單位的比較。台大農學院研究報告 30:40-51。

黃懿秦、楊文煌、曾美倉、謝兆樞。1990b。不同地區之台南白玉米族群間差異之比較。台大農學院研究報告 30:52-59。

楊文煌、黃懿秦。1991。不同栽培環境對台南白玉米產量及農藝性狀的影響。中華農藝 1:293-308。

戴喬治。1972。作物產量穩定性的意義及測定。科學農業 20(1,2):99-107。

謝光照、何千里、盧煌勝。1999。台南玉米族群分櫱數表現之探討。中華農業研究 48:13- 21。

謝光照、曾富生。1998。臺灣不同地區台南白玉米族群性狀之變異。中華農業研究 47:204- 219。

謝光照、曾富生。1999。台南白F1雜種在不同期作產量潛能之表現。中華農業研究 48:22- 39。

Baron, V., C.F. Shaykewich and R.I. Hamilton. 1975. Relation of corn maturity to climatic parameters. Can. J. Soil Sci. 55:343-347.

Berbecel, O. and M. Eftimescu. 1972. Effect of Agrometeorological Conditions on Maize Growth and Development. I. Meteorology and Hydrology. No. 2. pp.45-51. Inst. Meteorol. Hidrol. Bucuresti, Romania. (English)

Bonhomme, R., M. Derieux and G.O. Edmeades. 1994. Flowering of diverse maize cultivars in relation to temperature and photope-riod in multilocation field trials. Crop Sci. 34:156-164.

Cross, H. Z. and M. S. Zuker. 1972. Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. Agron. J. 64:351-355.

Derieux, M. and R. Bonhomme. 1982a. Heat unit requirements for measure maize hybrids in Europe. Results from the European FAO sub-network: I. Sowing to silking period. Matautu 27:59-77.

Derieux, M. and R. Bonhomme. 1982b. Heat unit requirements for maize hybrids in Europe. Results from the European FAO sub-network: II. Period from silking to maturity. Matautu 27:79-96.

Draper, N. R. and H. Smith. 1981. Applied Regression Analysis. John Wiley & Sons, Inc., USA. 2nd ed., pp.307-311.

Gilmore, E. C., Jr. and J. S. Rogers. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. Agron. J. 50:611-615.

Hesketh, J. D., S. S. Chase and D. K. Nanda. 1969. Environmental and genetic modification of leaf number in maize, sorghum, and Hungarian millet. Crop Sci. 9:460-463.

Hodges, T. 1991. Temperature and water stress effects on phenology. pp.7-13. In T. Hodges (ed.) Predicting crop phenology. CRC Press, Boca Raton, FL.

Major, D.J., D.M. Brown, A. Bootsma, G. Dupuis, N.A. Fairey and E.A. Grant. 1983. An evaluation of the corn heat unit system for the short-season growing regions across Canada. Can. J. Plant Sci. 63:121-130.

Neter, J., M. H. Kutner, C. J. Nachtsheim and W. Wasserman. 1996. Applied Linear Regression Models. IRWIN, Inc., London, pp.348-352.

Plett, S. 1992. Comparison of seasónal thermal indices for measurement of corn maturity in a prairie environment. Can. J. Plant Sci. 72:1157-1162.

SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's Guide. Version 6. 4th ed., Vol. I. SAS Inst. Inc., Cary, N.C., USA. 943p.

Warrington, I. J. and E. T. Kanemasu. 1983. Corn growth response to temperature and photoperiod. III. Leaf number. Agron. J. 75:762-766.